

Skyfallsutredning Regemente A9 Kristinehamn

Underlagsrapport Fördjupad inplacering A9
Kristinehamn
Version 2

Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Upprättad av
Datum

RegNo 556767-9849
Fördjupad inplacering I13 Falun
30038835
Fortifikationsverket
Elin Olsson
2023-08-29

Innehållsförteckning

1.	Introduktion	4
1.1	Bakgrund och syfte	4
1.2	Områdesbeskrivning	4
1.2.1	Planerad utbyggnad.....	4
1.3	Ansvar och riktlinjer för skyfallshantering vid fysisk planering	5
1.4	Avgränsningar	6
2.	Metod och underlag.....	6
2.1	Skyfallsanalys.....	6
2.2	Regnbelastning	6
2.2.1	Bruttoregnets volym och varaktighet	6
2.2.2	Infiltration	7
2.2.3	Nettoregnets volym och varaktighet	7
2.3	Ökad avrinning vid skyfall	8
3.	Nulägesbeskrivning	8
3.1	Avrinningsområden	8
3.2	Lågpunkter och flödesvägar	9
3.3	Befintliga riskområden.....	10
3.3.1	Inom utredningsområdet.....	10
3.3.2	Nedströms utredningsområdet	10
4.	Exploateringens påverkan på skyfallssituationen	13
4.1	Risk för skador på ny bebyggelse	13
4.2	Tillgänglighet och framkomlighet.....	13
4.3	Påverkan på nedströms områden	14
4.3.1	Ökad hårdgöringsgrad	14
4.3.2	Lågpunkter	17
4.3.3	Fördröjningskrav för detaljplan	17
5.	Föreslagen princip för skyfallshantering.....	18
5.1	Påverkan på nedströms områden med föreslagen skyfallshantering	20
5.2	Exempel på skyfallsytor	21
6.	Slutsatser.....	24
	Referenser	25

1. Introduktion

1.1 Bakgrund och syfte

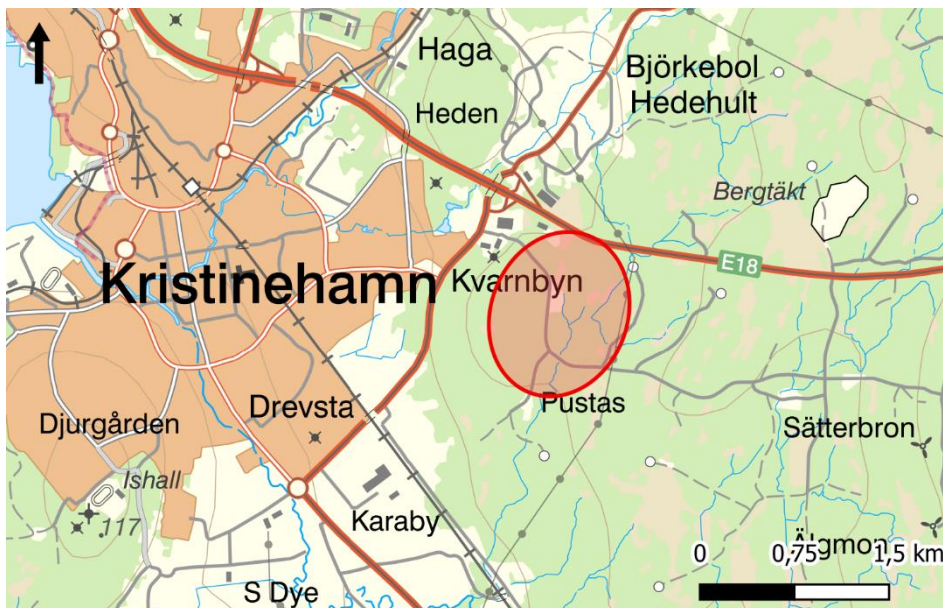
Försvarmakten är under tillväxt. Enligt regeringsbeslut 17 december 2020 ska Försvarmakten inrätta ett antal nya regementen, vilka Fortifikationsverket har till uppgift att planera för och anlägga. Ett av de nya regementena är Bergslagens artilleriregemente A 9 i Kristinehamn. Den beslutade placeringen av regementet är på Harberget i sydöstra Kristinehamn. Fortifikationsverket har med stöd av Sweco 2022-2023 genomfört en fördjupad inplaceringsstudie, vilket utgör grund för en ny detaljplan.

Denna utredning avseende skyfall utgör ett av underlagen till detaljplanen.

Syftet med föreliggande utredning är att analysera översvämningsrisker kopplat till skyfall inom och i anslutning till området, samt att i ett tidigt skede i planeringen ge rekommendationer till hur skyfall kan hanteras inom området.

1.2 Områdesbeskrivning

Området där det nya regementet A9 planeras ligger öster om Kristinehamn, se Figur 1. Området är relativt kuperat och utgörs av naturmark med vissa sankta partier. En mindre skogsväg går genom området.

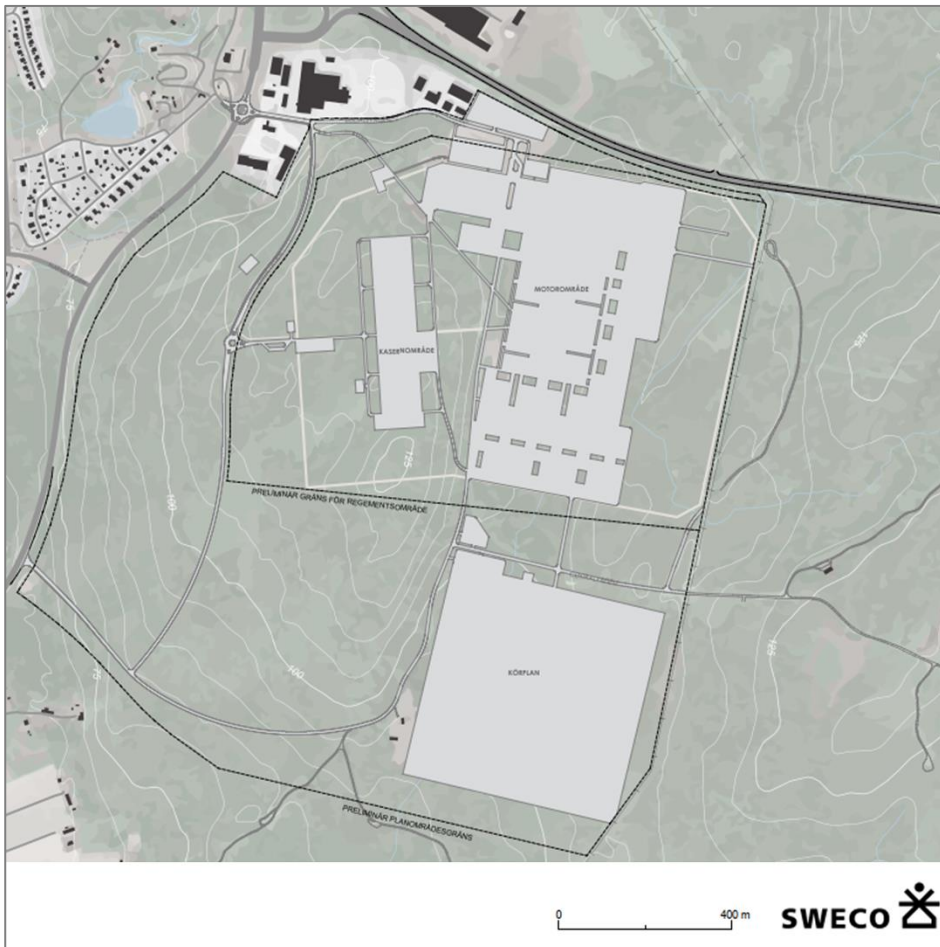


Figur 1. Föreslaget område för nytt regemente är markerat med röd ring. Området ligger strax öster om Kristinehamn.

1.2.1 Planerad utbyggnad

Placeringen av byggnaderna inom området är ännu inte fastslaget. Det förslag som har använts i denna skyfallsutredning är daterat 2023-05-26 (Figur 2).

Den planerade utbyggnaden består av ett kasernområde i väster och ett motorområde med förrådsbyggnader och komplementbyggnader i den östra delen, samt en körplan i de södra delarna.



Figur 2. Förslag på utformning av regementet (daterat 2023-05-26). Ett kasernområde planeras i de västra delarna och motorområde i de östra delarna (Sweco, 2023a)

1.3 Ansvar och riktlinjer för skyfallshantering vid fysisk planering

För ny bebyggelse regleras ansvaret kopplat till översvämning huvudsakligen i plan - och bygglagen (PBL). Där framgår det att ny bebyggelse i detaljplan ska lokaliseras till lämplig mark utifrån risken för översvämning (PBL 2 kap 5§). Kommunen har utredningsskyldighet för att kartlägga om marken är lämplig. Länsstyrelsen har ett tillsynsansvar för kommunens planläggning, och kan upphäva beslut om en plan om den bedöms olämplig med hänvisning till risken för olyckor, översvämning och erosion (PBL 11 kap 10,11 §§)

Boverket har tagit fram en tillsynsvägledning för översvämningsrisker riktad till Länsstyrelserna (Boverket, 2022). I denna anges att ny sammanhållen bebyggelse bör lokalisera till områden som inte hotas av översvämning. Som grundregel bör byggnader säkras för ett klimatkompenserat regn med återkomsttid på minst 100 år. Utöver risken för skador på bebyggelse behöver även framkomligheten och tillgängligheten beaktas, byggnader behöver kunna utrymmas och räddningstjänst måste kunna ta sig till byggnaderna, varför vägar inom såväl som utanför området behöver beaktas. Det behöver även

säkerställas att exploateringen inte förvärrar översvämningsrisken för omkringliggande områden.

1.4 Avgränsningar

Utredningen innefattar beräkningar och analyser för ett klimatkompenserat skyfall (100-årsregn). Utredningen berör inte dagvattenhantering då en separat dagvattenutredning för området kommer att tas fram.

2. Metod och underlag

2.1 Skyfallsanalys

Analysen är genomförd med verktyget SCALGO Live. SCALGO Live används för att analysera höjddata ur ett ytvattenperspektiv. I analysen används både terrängdata och vattenvolymer för att identifiera vilka områden som översvämmas vid en given vattenvolym. Analysen är kopplat till mängden vatten som genereras vid olika regnhändelser, och kan därför användas för att identifiera riskutsatta områden vid givna händelser. Metoden är dock statisk, vilket innebär att den inte kan användas för att analysera de dynamiska aspekterna av en översvämning, så som flöden, vattenhastigheter, effekter av dämning eller bräddflöden samt översvämningsvaraktighet. För övergripande syften, så som att förstå ytavrinning i ett område eller att i tidiga skeden identifiera områden med översvämningsrisk är SCALGO Live en bra och effektiv metod.

2.2 Regnbelastning

SCALGO Live beräknar hur vatten ställer sig i terrängen då vatten avrinner på ytan. För att en kartering i SCALGO Live ska ge en bra beskrivning av vilka områden som kan översvämmas vid ett skyfall behöver modellen belastas med ett *nettoregn*. Nettoregnet är den vattenvolym som finns kvar när ett avdrag har gjorts för markens infiltrerande förmåga och ledningsnätets avledande kapacitet:

$$\text{Nettoregn} = \text{Bruttoregn} - \text{Ledningsnät} - \text{Infiltration}$$

Alla delar av modellen belastas med samma regnvolymer, vilket innebär att ett generellt avdrag måste göras för hela området.

2.2.1 Bruttoregnets volym och varaktighet

Utredningen utgår från ett regn med en statistisk återkomsttid på 100 år i enlighet med Boverkets rekommendationer. Blockregnsvolymerna för ett 100-årsregn med olika varaktigheter har beräknats med Dahlströms formel (Dahlström, 2010). För att ta hänsyn till klimatförändringarnas effekt på nederbörden i framtiden tillämpas en klimatfaktor, vilket är ett mått på hur mycket kraftigare skyfallen förväntas bli i ett förändrat klimat. I rapporten "*Extremregn i nuvarande och framtida klimat – Analyser av observationer och framtidsscenarioer*" (SMHI, 2017) redovisas en beräkning av framtida förändringar av extrem korttidsnederbörd i klimatscenarier. Resultaten visar att ett högre utsläppsscenario går mot cirka 40% ökning av extrem nederbörd. En klimatfaktor på 1,4 används därför i beräkningar i denna rapport. Beräknade regnintensiteter och -volymerna visas i Tabell 1.

Regnhändelser med en lång varaktighet har en lägre regnintensitet, men större totalvolym än regnhändelser med en kort varaktighet. Då SCALGO Live nyttjar volym och inte intensitet i beräkningar kommer antagande som resulterar i en längre varaktighet ge mer konservativa resultat. Sett till syftet med skyfallsutredningen, att analysera risker kopplat till skyfall för området, bör antagande som leder till konservativa resultat göras. Om en allt för lång varaktighet väljs däremot kommer resultaten att bli missvisande.

Tabell 1. Bruttoregnavolym för ett 100-årsregn med och utan klimatfaktor 1,4, enligt Dahlström (2010).

Varaktighet	Intensitet	Total regnavolym	Total regnavolym med klimatfaktor
30 min	90 mm/h	45 mm	62 mm
60 min	55 mm/h	55 mm	76 mm
120 min	33 mm/h	66 mm	91 mm

2.2.2 Infiltration

Hur mycket vatten som avrinner på markytan vid ett skyfall beror på markens infiltrationsförmåga och ledningsnätets kapacitet. Området utgörs idag av naturmark, vilket innebär att en viss del av skyfallet kommer att tas upp var växtligheten och infiltrera.

Infiltrationskapaciteten i marken styrs av den underliggande jordartens effektiva kornstorlek och permeabilitet, men även initial mätnad och temperatur vid regnhändelsen. Marken inom området består till stor del av sandig morän, men även torv, berg i dagen, sand och lera förekommer. Infiltrationskapaciteten i dessa jordarter kan variera stort, i beräkning av ett nettoregn att belasta SCALGO Live med har en infiltrationskapacitet på 18 mm/h använts, vilket motsvarar sandig morän och inslag av lera, silt och torv (Larsson, 2008).

Inom området finns inget dagvattenledningsnät. Hur dagvattenhanteringen kommer utformas finns i dagsläget inga uppgifter om, varför inget avdrag för ledningsnät görs.

2.2.3 Nettoregnets volym och varaktighet

I Tabell 2 presenteras nettoregnavolym med olika varaktigheter och avdrag för infiltration. Av tabellen framgår att ett bruttoregn med 60 minuters varaktighet ger upphov till den största nettoregnavolymen.

Tabell 2. Nettoregnavolym i mm (med och utan klimatfaktor (kf)) med olika varaktigheter. En regnhändelse med 60 min varaktighet ger störst nettoregnavolym (fetmarkerad i tabellen).

	Varaktighet					
	30 min		60 min		120 min	
	<i>kf = 1,0</i>	<i>kf = 1,4</i>	<i>kf = 1,0</i>	<i>kf = 1,4</i>	<i>kf = 1,0</i>	<i>kf = 1,4</i>
Volym bruttoregn	44 mm	62 mm	55 mm	76 mm	66 mm	91 mm
Infiltration	9 mm	9 mm	18 mm	18 mm	36 mm	36 mm
Volym nettoregn	35 mm	53 mm	37 mm	58 mm	30 mm	55 mm

2.3 Ökad avrinning vid skyfall

Utbyggnaden av regementet kommer medföra att en del av området hårdgörs, vilket i sin tur innebär att den ytliga avrinningen vid skyfall ökar jämfört med dagsläget. I tillägg kommer mer vatten att avrinna om befintliga lågpunkter inom området byggs bort. Hur stor den totala ökningen blir beror på den slutgiltiga hårdgöringsgraden samt till vilken grad befintliga lågpunkter inom området behålls.

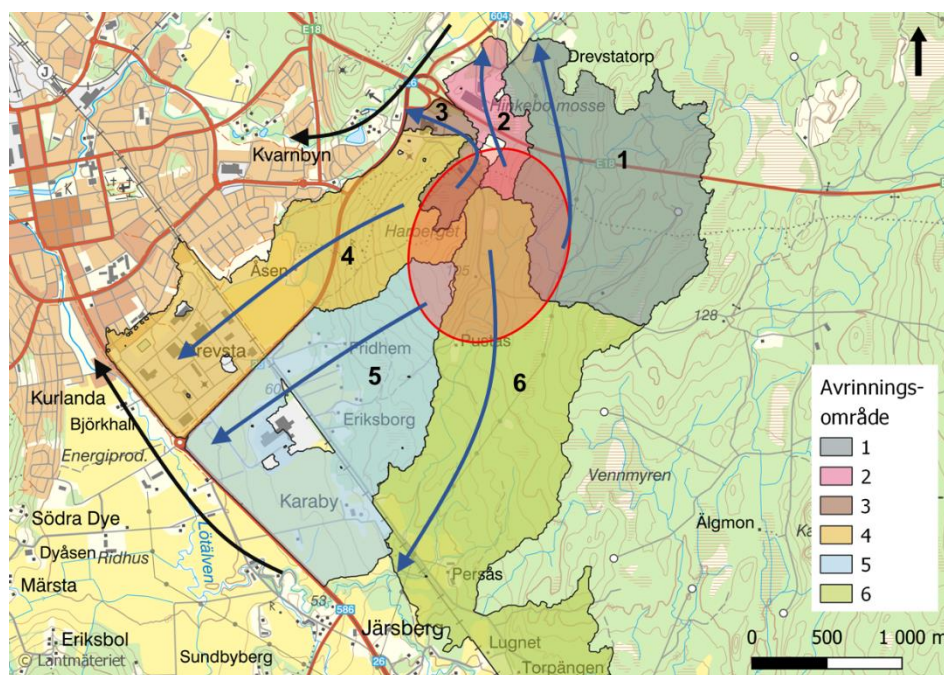
Ökad avrinning till följd av att ytor hårdgörs beräknas i denna rapport genom att estimeras hur arean av infiltrerbara ytor minskar med exploateringen. Beräkningen utgår från ett bruttoregn med statistisk återkomsttid 100 år och varaktighet 60 min, motsvarande 55 mm nederbörd, en klimatfaktor på 1,4 och en infiltrationskapacitet på 18 mm/h. Se vidare under avsnitt 4.3.1.

3. Nulägesbeskrivning

I detta avsnitt beskrivs den befintliga avrinningssituationen i området samt befintliga riskområden inom och i anslutning till området.

3.1 Avrinningsområden

Området ligger på en höjd och avrinner åt olika väderstreck. Generellt sker avrinningen åt norr, väst och söder via olika delavrinningsområden. Se Figur 3 för delavrinningsområden och avrinningsriktning.



Figur 3: Avrinningsområden (hämtade från SCALGO Live) och ungefärlig placering av regementet (markerad med rött). Avrinningsriktning visas med pilar. Område 1 - 3 avrinner mot norr/väster till Övrekvarnsälven, medan område 4 – 6 avrinner söderut mot Lötälven.

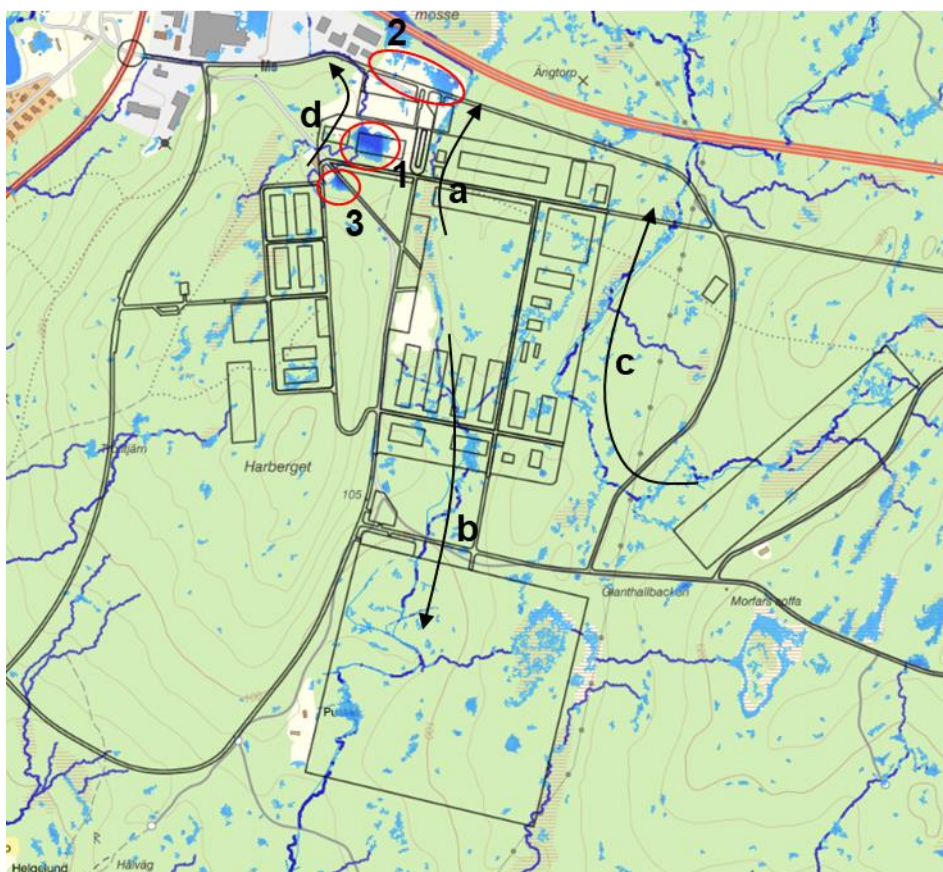
I figuren framgår att avrinningsområde 1–3 avrinner åt nord-nordväst, till vattendraget Övrekvarnsälven som sedan rinner vidare genom Kristinehamn. Innan avrinningen från område 2 når Övrekvarnsälven avrinner vattnet via en verksamhet norr om E18 och vattnet från avrinningsområde 3 rinner genom ett

handelsområde vid trafikplats Övre Kvarnmotet. Avrinningsområde 4–6 avleds söderut till Lötälven, som sedan fortsätter genom Kristinehamn. Avrinningsområde 4 avrinner genom handelsområdet Drevsta innan det når Lötälven.

Utredningsområdet ligger längst uppströms i avrinningsområdena och tar i princip inte emot avrinning från uppströms områden, med undantag för avrinningsområde 1. I detta område rinner ett mindre vattendrag förbi de östra delarna av det planerade motorområdet.

3.2 Lågpunkter och flödesvägar

Inom utredningsområdet finns flera mindre lågpunkter och ett fåtal större lågpunkter. Då området är beläget uppströms i avrinningsområdena saknas generellt större flödesvägar. Några huvudstråk för avrinningen kan dock ses i analysen, se Figur 4 för lågpunkter och större flödesvägar. Numrerade lågpunkter (1-3) och flödesvägar (a-d) förklaras mer ingående nedan.



Figur 4. Föreslagen utformning av regementen och översvämningutbredning i lågpunkter och rinnvägar vid 37 mm nettonederbörd. Svarta pilar (a-d) markerar huvudstråk i avrinningsmönstret. Röd markeringar (1-3) visar större lågpunkter. Källa: SCALGO Live

De större lågpunkterna återfinns i den norra delen av utredningsområdet. Lågpunkt 1 fylls upp vid 22 mm nettonederbörd och rymmer ca 2 400 m³. Maximalt vattendjup överstiger 1 m. Lågpunkt 2 fylls upp vid stora regnvolymer, 180 mm, och rymmer ca 3 300 m³. Maximalt vattendjup vid 37 mm nettoregn uppgår till 40 cm. Lågpunkten ligger inom ett upplag till ett sågverk och är

invallad mot norr. Lågpunkt 3 är mindre, men med ett maximalt vattendjup på ca 1 m. Lågpunkten rymmer ca 360 m³.

Se Tabell 3 för sammanställning av lågpunkternas volym.

Tabell 3. Sammanställning av volymer vatten i lågpunkter vid 37 mm nettonederbörd. "Mindre" representerar ett flertal mindre lågpunkter inom området

Lågpunkt	Volym (m ³)
1	2 400
2	3 300
3	400
Totalt	6 100

Flödesväg a och b avrinner åt norr respektive söder från samma sankta område. C är ett mindre vattendrag som kommer österifrån och fortsätter norrut under E18. D rinner via lågpunkt 1 och 3 och fortsätter sen ner genom ett verksamhetsområde.

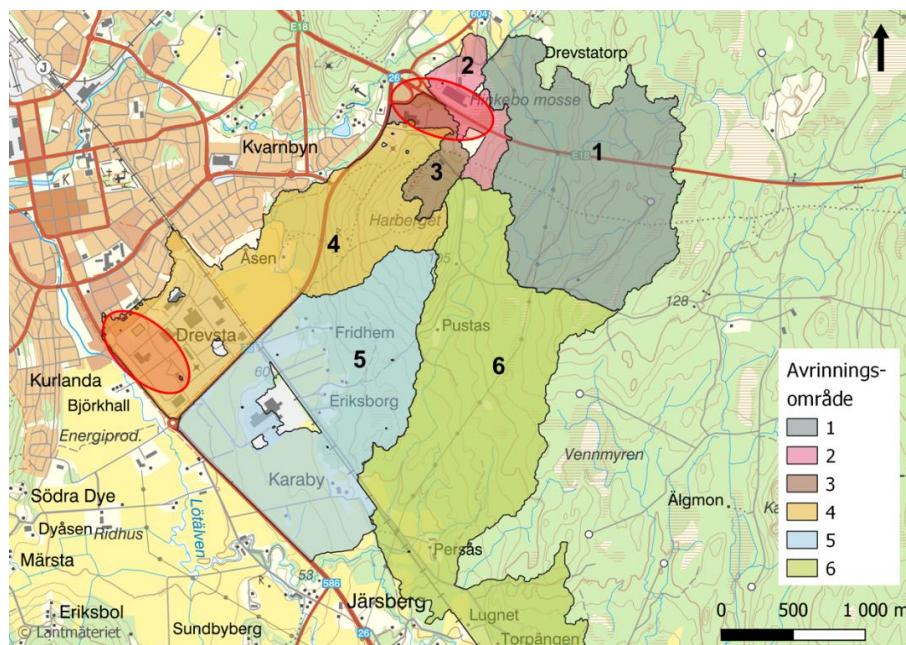
3.3 Befintliga riskområden

3.3.1 Inom utredningsområdet

Då få större lågpunkter eller rinnvägar finns inom området, och området är beläget på en höjd finns få riskområden vid skyfall i dagsläget.

3.3.2 Nedströms utredningsområdet

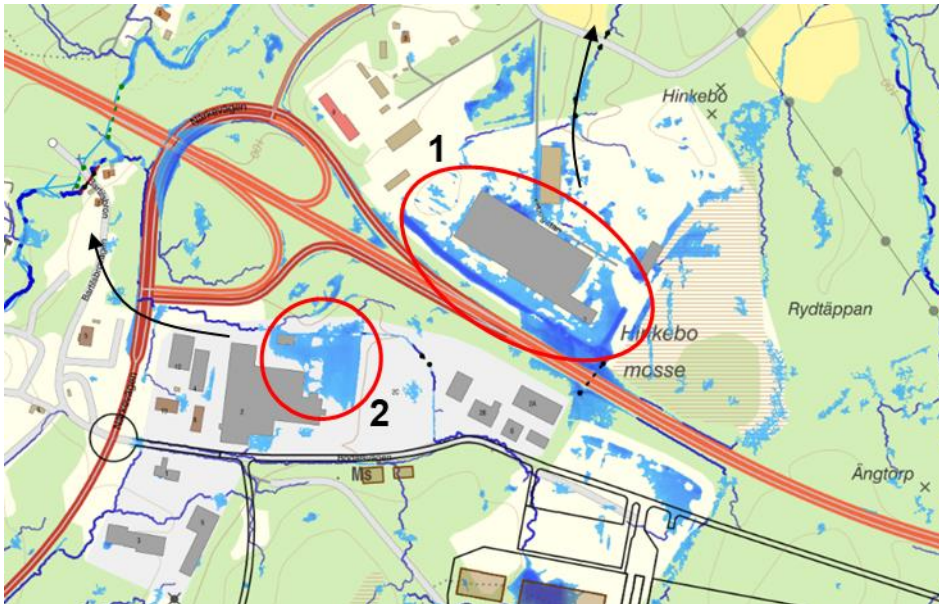
Nedströms utredningsområdet finns 3 områden där betydande översvämningar uppstår vid bebyggelse i dagsläget, i avrinningsområde 2, 3 och 4. Se Figur 5.



Figur 5. Nedströms riskområden i förhållande till utredningsområdet. Riskområdena är markerade med röda fält.

Nedströms i **avrinningsområde 2** ställer sig vatten i en lågpunkt på fastigheten norr om E18 innan det rinner vidare norrut via diken till Övrekvarnsälven (markering 1 i Figur 6). På fastigheten finns en större industribyggnad. De största vattendjupen (>50 cm) uppstår mellan E18 och byggnaden.

Nedströms i **avrinningsområde 3** rinner vattnet via en fastighet (husvagnsåterförsäljare) innan det rinner vidare österut till Övrekvarnsälven (markering 2 i Figur 6). På fastighetens hårdgjorda ytor finns en lågpunkt där vattnet ställer sig. Vattendjupet uppgår till ca 30 cm.



Figur 6. Översvämningsutbredning nedströms i avrinningsområde 2 och 3. Källa: SCALGO Live

Nedströms utredningsområdet i **avrinningsområde 4** sker avrinningen via naturmark/diken den första sträckan ner till järnvägen. Vid järnvägen tas vattnet in i dagvattensystemet och leds i ledning. Vid ett 100-årsregn kommer sannolikt dagvattensystemet att vara överbelastat och vattnet avrinner då ytligt till en större lågpunkt i sydvästra delen av handelsområdet Drevsta (markerad med rött i Figur 7). Vattendjupet i lågpunkten kan uppgå till ca 50 cm. Störst vattendjup fås i de västra delarna av lågpunkten och vägen och byggnader översvämmas. Vid utformning av skyfallsåtgärder är det viktigt att säkerställa att avrinningsmängden i delområde 4 inte ökar, för att inte riskera att påverka järnvägen och banvallen negativt.



Figur 7. Riskområde nedströms utredningsområdet i avrinningsområde 4. Vattnet avrinner till en större lågpunkt i området Drevsta. Källa: SCALGO Live

Avrinningsområde 5 och 6 avrinner söderut, först genom skogsmark och sedan över åkermark till Lötälven. Områden kring Lötälven är redan idag drabbade av översvämningsproblematik enligt Kristinehamns kommun. Översvämning från Lötälven ligger utanför denna utrednings ramar, men vid utformning av skyfallsåtgärder för regementet behöver fokus ligga på fördröjning för att inte öka tillskottet till Lötälven vid skyfall.

I nedre delen av **avrinningsområde 5** sker avrinningen över åkermark innan den fångas upp av väg 26 och rinner längs vägen till cirkulationsplatsen, se Figur 8. Vid cirkulationsplatsen samlas vattnet i en lågpunkt precis nordöst om rondellen, innan vattnet rinner över cirkulationsplatsen och vidare till Lötälven.



Figur 8. Riskområde nedströms utredningsområdet i avrinningsområde 5. Vattnet avrinner till en lågpunkt vid cirkulationsplatsen vid väg 26. Källa: SCALGO Live

4. Exploateringens påverkan på skyfallssituationen

Utbyggnaden av regementet kommer innebära att en stor del av området hårdgörs, vilket leder till att en större mängd vatten avrinner på markytan vid skyfall. Hur riskbilden ser ut för ny bebyggelse, framkomlighet och påverkan på nedströms områden redogörs för nedan.

Då det i detta skede inte har tagits fram en höjdsättning för området bedöms skyfallsrisker för byggnader inom området översiktligt och generella rekommendationer om höjdsättning ges.

4.1 Risk för skador på ny bebyggelse

Risken för skador på ny bebyggelse inom området i samband med skyfall bedöms i detta skede som låg, då utbyggnadsområdet inte tar emot någon avrinning från uppströms områden och det bedöms finnas goda möjligheter för att höjdsätta området för att undvika instängda områden och skapa en kontrollerad avledning av skyfallet.

4.2 Tillgänglighet och framkomlighet

Tillfart till området kan enligt inplaceringsförslaget 2022-10-11 ske via två infartsvägar från väg 26 i väster. Enligt analysen i SCALGO Live ställer sig vatten i en lågpunkt vid cirkulationsplatsen väg 26/Varumsleden sydväst om regementesområdet, se Figur 9. Eventuella trummor i anslutning till lågpunkten har inte tagits hänsyn till i analysen varför översvämningsutbredningen kan vara något överskattad. Analysen visar att själva vägbanan inte översvämmas i någon större utsträckning, utan vattnet bräddar vidare förbi cirkulationsplatsen. Dock kan flödes hastigheter och utbredning på flödesvägar inte analyseras i SCALGO Live, då analysmetoden saknar en dynamisk aspekt.

Sammanfattningsvis kan det inte uteslutas att det finns en risk för begränsad framkomlighet genom cirkulationsplatsen vid skyfall. Dock ligger cirkulationsplatsen utanför lågpunktens utbredning och större fordon, såsom räddningsfordon, kan passera genom mindre vattendjup. I tillägg kan regementesområdet nås även norrifrån.



Figur 9. Översvämningsutbredning i anslutning till cirkulationsplats vid väg 26. Regementsområdet ligger nordöst, utanför figurens utsträckning. Röda fält visar vattendjup > 50 cm, gula 20 – 50 cm och gröna < 20 cm. Källa: SCALGO Live

De nya vägarna som anläggs från väg 26 till regementet bedöms inte påverkas av översvämning, förutsatt att avrinningen från naturmark kan passera vägkroppen.

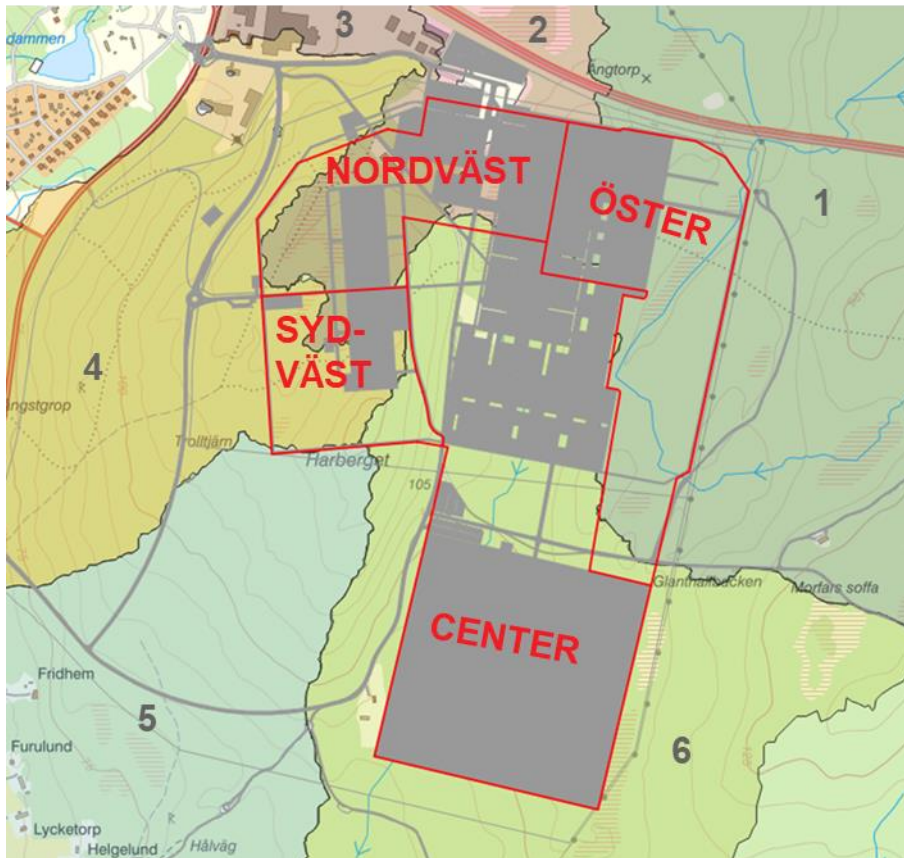
4.3 Påverkan på nedströms områden

Utbyggnaden av regementet kommer innebära att en större del av området hårdgörs och att lågpunkter kan komma att fyllas igen, vilket i sin tur innebär att en större mängd vatten avrinner vid skyfall jämfört med dagsläget. Det finns således en risk att exploateringen försämrar skyfallssituationen för nedströms områden. För att säkerställa att en försämring inte sker för nedström områden behöver skyfallet fördröjas inom området.

4.3.1 Ökad hårdgöringsgrad

En större andel hårdgjorda ytor innebär att mer vatten avrinner på markytan vid regnhändelser. För att avgöra hur mycket avrinningen ökar med exploateringen har beräkningar utgått från stor del av marken som hårdgörs (baserat på inplaceringsförslag 2023-05-26 (Sweco, 2023a) samt dagvattenutredningen för området (Sweco, 2023b)).

För beräkningar av hur mycket avrinningen kan förväntas öka med exploateringen i ett framtida klimat har regementesområdet delats in i fyra mindre delområden. Indelningen motsvarar samma indelning av området som återfinns i dagvattenutredningen (Sweco, 2023b). Uppdelningen är gjord för att skapa förutsättningar för att leda avvattningen i liknande riktningar som innan exploatering även efter planerad byggnation. Delområdena inom regementet visas i Figur 10 tillsammans med befintliga avrinningsområden för hela området. En sammanställning av förändringen av markanvändning ses i Tabell 4.



Figur 10. Delområden för beräkningar av avrinning efter exploatering (markerade med rött) samt överlapp med befintliga avrinningsområden i dagsläget (1-6).

Tabell 4. Storlek av ytor som får en ökad hårdgöring samt befintlig markanvändning

	Area (ha)				
	ÖSTER	CENTER	SYDVÄST	NORDVÄST	TOTALT
BEFINTLIGT					
Naturmark	9,0	42,5	2,6	12,5	66,6
PLANERAT					
Tak	1,8	3,3	0,9	3,4	9,4
Asfalt/hårdgjort	7,2	13,5	1,6	7,4	29,7
Grusyta	0	25,7	0,2	1,7	27,5
Totalt	9,0	42,5	2,6	12,5	66,6

Sammanlagt får ca 67 ha naturmark en förändrad markanvändning med ökad hårdgöringsgrad, och därmed minskad infiltrationskapacitet. Ökningen i volym som avrinner efter planerad exploatering har estimerats för två olika alternativ:

- Alternativ 1 (A1) där samtliga ytor i Tabell 4 antas vara helt hårdgjorda – dvs ingen infiltration sker på dessa ytor.

- Alternativ 2 (A2) där viss infiltration¹ kan ske på grusytorna.

A1 och A2 presenteras i Tabell 5

Tabell 5. Storlek av ytor med förändrad markanvändning där infiltration kan ske före respektive efter exploatering.

Scenario	Ytor med infiltration (m ²)	Andel av totala ytan (%)
Befintligt	665 500	100%
Efter exploatering A1	0	0%
Efter exploatering A2	137 550	21%
Öster	0	0%
Center	128 300	30%
Sydväst	750	3%
Nordväst	8 500	7%

Volymen som avrinner från området har beräknats enligt:

*Volym som faller över området befintligt = 55 mm * områdets storlek*

*Volym som faller över området efter exploatering = 55 mm * klimatkfaktor 1,4 * områdets storlek*

*Volym som infiltrerar = områdets storlek * andel infiltrationsytor * infiltrationskapacitet*

Volym som avrinner = Volym över planområdet – Volym infiltrerat

I beräkningarna för volym som avrinner efter exploatering har klimatkfaktor 1,4 använts. Resultaten presenteras i Tabell 6, tillsammans med ökningen efter exploateringen jämfört med nuläge för A1 och A2.

Tabell 6. Ökning i avrinning efter exploatering jämfört med ett nuläge. I beräkningarna för efter exploatering har en klimatkfaktor motsvarande 1,4 använts för att beräkna volymen nederbörd som faller över området.

	Befintligt	Alt. 1	Alt. 2
Volym som infiltrerar (m ³)	12 000	0	2 500
Volym som avrinner (m ³)	24 600	51 200	48 700
Ökning (m³)	-	26 600	24 100

Som framgår av Tabell 6 kommer avrinningen öka med ca **24 100 – 26 600 m³** till följd av exploateringen. Notera att en del av ökningen (ca 14 600 m³) kommer från att en klimatkfaktor läggs på i beräkningar för "efter exploatering" men inte "befintligt". En ökning i avrinning är att förvänta oavsett om området exploateras eller inte.

Med en större andel infiltrerbara ytor inom planområdet blir ökningen i avrinning något mindre än om en större andel helt hårdgörs (24 100 m³ jämfört med 26 600 m³).

¹ 50% av totala arean av grusytor antas vara infiltrerbar.

Fördelningen av volymökning mellan inom de olika delområden ses i Tabell 7.

Tabell 7. Fördelning av volymökning från olika områden inom utredningsområdet, med konservativt antagande att ingen infiltration sker på grusytorna (alternativ 1)

Delavrinningsområde	Ökning volym (m ³)
Öster	3 600
Center	17 000
Sydväst	1 000
Nordväst	5 000

4.3.2 Lågpunkter

I tillägg till volymökningen från förändrad hårdgöringsgrad kommer även avrinningen öka om lågpunkter inom området fylls igen, då den magasinierande kapaciteten i dessa försvinner.

I utredningen har det antagits att majoriteten av befintliga lågpunkter inom dessa områden kommer fyllas igen, vilket innebär att lågpunkternas magasinierande kapacitet försvinner och skyfallet i stället rinner vidare och belastar nedströms områden.

Ökning i volym ut från området till följd av minskning av lågpunkternas magasinierande kapacitet motsvarar den sammanlagda volymen av lågpunkterna, ca 2 800 m³ (exklusive lågpunkt 2 i Figur 4, då den ligger utanför områden med förändrad markanvändning).

4.3.3 Fördröjningskrav för detaljplan

För att minska risken att exploateringen försämrar skyfallssituationen för nedströms områden behöver ytor för fördröjning av skyfallsvatten skapas, motsvarande den totala ökning i avrinning som exploateringen medför.

Den sammanlagda ökningen i avrinning (både av ökad hårdgöringsgrad och igenfyllnad av lågpunkter) uppgår till **26 900 – 29 400 m³** (A1 resp. A2). Cirka 14 600 m³ av totala volymen orsakas av att nederbördsintensiteten förväntas öka i framtiden, medan resterande orsakas av exploateringen.

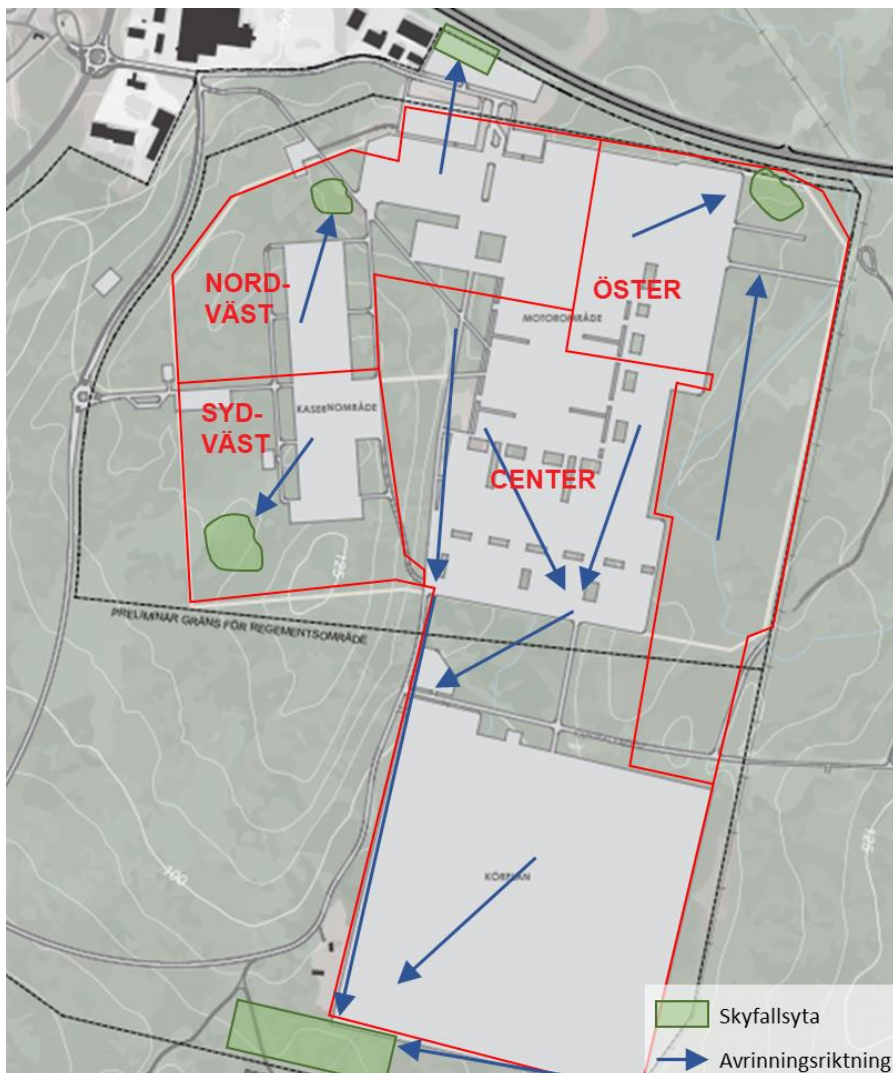
5. Föreslagen princip för skyfallshantering

För att hantera ett skyfall inom området samt säkerställa att skyfallssituationen i nedströms områden inte försämras av exploateringen behövs åtgärder i form av en genomtänkt höjdsättning, styrning av avrinning inom området och ytor för fördröjning av skyfall. Principen som föreslås för skyfallshanteringen inom området kan sammanfattas med:

- Området ska höjdsättas så att instängda områden undviks.
- Avrinning från hårdgjorda ytor och byggnader styrs till nedsänkta skyfallsytor för att minska belastningen på nedströms områden.
- Fria ytliga avrinningsvägar inom området behöver säkras i projekteringskedet.
- Byggnader anläggs med fall från fasad för att undvika översvämningar mot fasad.

Nedan presenteras förslag på hur skyfall kan hanteras inom området.

Förslagets syfte är att visa principen för hur skyfall bör hanteras inom området och visa ett översiktligt åtgärdsförslag för skyfallshantering. Förslaget baseras på inplaceringförslaget för regementet daterat 2023-05-26. I version 2 av rapporten har placering och volymer utformats i samförstånd med dagvattenutredningen för området (Sweco, 2023b) för att optimera ytanspråket och placeringen av åtgärder. Principen visas i Figur 11 och förklaras i mer detalj nedan (för ytterligare detaljer gällande principutformning, se (Sweco, 2023b)). De föreslagna skyfallsytorna fungerar även som fördröjning för dagvatten, och avtappning till recipient föreslås i dagvattenutredningen ske via ledning med begränsat utflöde till närmsta befintliga dike. Skyfallsytorna bör även utformas med en yttlig bräddavledning till närmsta dike, för att kontrollerat kunna avleda vatten vid händelser som överstiger ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,4.



Figur 11. Principskiss på förslag hur skyfallshanteringen kan lösas inom området.

Delavrinningsområde Öster och Center

Födröjningsbehovet inom delavrinningsområde Öster och Center uppgår till 3 600 m³ respektive 17 000 m³ (se Tabell 7). Område Öster föreslås att avvattnas mot en födröjningsyta i den nordöstra delen av området, medan område Center avleds via vägar och diken till en födröjningsyta söder om körplanen.

Vid kommande projektering av körplanen i område Center behöver det säkerställas att avrinning sker mot den föreslagna födröjningsytan söder om körplanen. För att hantera naturmarksavrinning, framförallt från områden öster om körplanen, som tidigare rann i stråk där körplanen nu är placerad kan avledande diken anläggas längs med kanterna av körplanen till födröjningsytan.

Delavrinningsområde sydväst och nordväst

Födröjningsbehovet inom delavrinningsområde sydväst och nordväst uppgår till 1000 m³ respektive 5000 m³ (se Tabell 7). Område sydväst föreslås att avvattnas mot en födröjningsyta i den sydvästra delen av området, medan

område nordväst avleds norrut mot två olika fördröjningsytor. Höjdsättningen av området behöver utformas så avrinningen från hårdgjorda ytor byggnader kan styras till skyfallsytan. Vägarna inom område kan tillämpas som skyfallsleder och vattnet styras med till exempel kantsten.

Genom att sänka ner grönytor och skapa "torrdammar" kan fördröjningsvolym skapas. Exempelvis krävs ca 1000 m² exklusive slänter om marken sänks 1 m för att uppnå tillräcklig fördröjningsvolym inom område sydväst.

Ytorna kan med fördel vara multifunktionella, det vill säga att ytorna kan användas till andra ändamål majoriteten av tiden, men vid kraftiga regn fylls fördröjningsytorna upp med vatten.

5.1 Påverkan på nedströms områden med föreslagen skyfallshantering

För att säkerställa att den planerade exploateringen inte förvärrar situationen vid skyfall för nedströms områden behöver avrinning från exploateringen fördröjas motsvarande volymer som presenteras i ovan avsnitt.

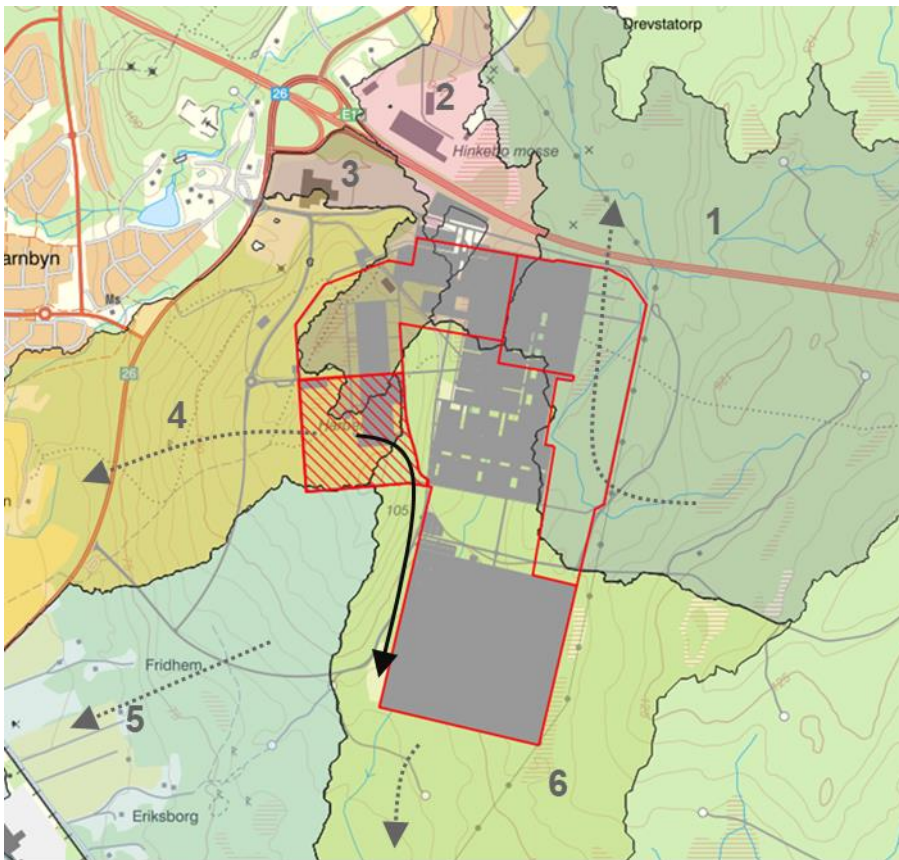
Sammanfattningsvis bedöms inte översvämningssituationen för nedströms områden försämrats, då erforderliga fördröjningsvolymer för skyfall kan tillskapas inom regementessområdet. I tillägg har en klimatkoefficient om 1,4 använts vilket får ses som ett konservativt antagande, och ingen hänsyn tas till att avrinning kommer att öka från utredningsområdet i framtiden även om ingen exploatering sker.

Förändring i avrinningsmönster

I **avrinningsområde 4**, som i dagsläget avrinner sydväst mot järnvägen och handelsområdet Drevsta, kommer skyfall från exploateringen fördröjas och sedan avtappas söderut, till avrinningsområde 6. Detta innebär att belastningen på befintlig trumma under järnvägen norr om Drevsta inte ökar med planerad exploatering.

I **avrinningsområde 5**, som avrinner åt sydväst mot Lötälven via cirkulationsplatsen på väg 26, sker ingen förändring av markanvändningen, varför någon försämring på grund av exploateringen inte bedöms ske.

Avrinningsområde 6, som avrinner söderut via naturmark och diken till järnvägen och vidare till Lötälven, kommer att öka något i storlek med föreslagen höjdsättning, se rödskrifferat område i Figur 12. Påverkan bedöms dock som liten, då området som tillkommer (endast det som exploateras) är litet, och erforderlig fördröjningsvolym kan tillskapas för att hantera skyfallet. Avrinningen från naturmark inom området påverkas inte.



Figur 12. Förändring i avrinningsriktning för det röda skrafferade området. Svart pil visar ny avrinningsriktning från fördröjningsvolymen.

5.2 Exempel på skyfallsytor

Nedan ges några exempel på hur skyfallsytor kan utformas. Fördröjningsytorna kan utformas som multifunktionella, det vill säga att de kan användas till annat majoriteten av tiden men fungera som en fördröjningsyta vid skyfall (se Figur 13), eller utformas för att efterlikna en naturlig lågpunkt. Viktigt i båda fallen är att säkra en yttlig bräddavledning om ytan fylls vid kraftigare regn större än den dimensionerande händelsen.

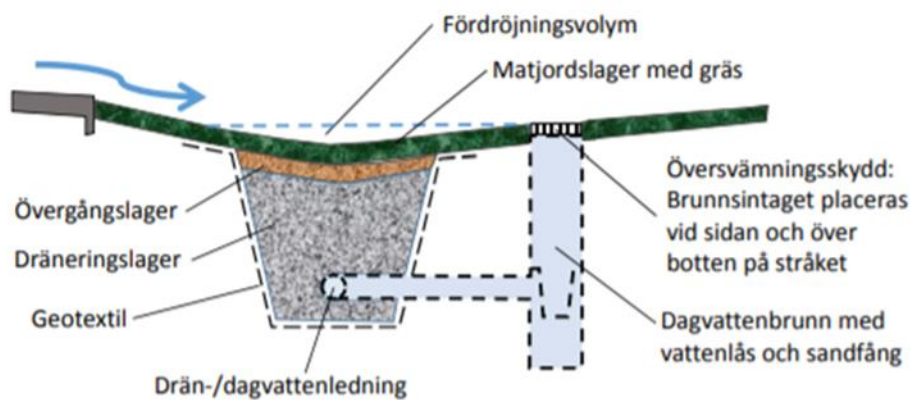
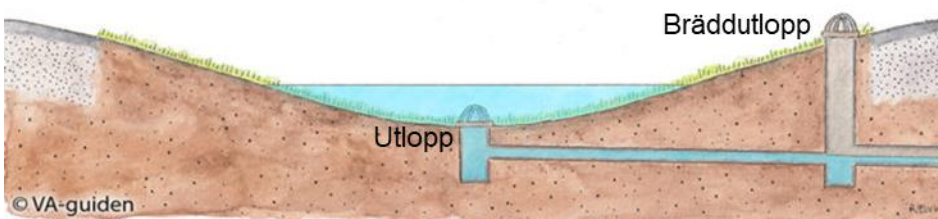


Figur 13. Exempel på större skyfallsyta i Falun som kan nyttjas till rekreation största delen av tiden (foto: Elin Olsson)

Hur fördröjningsytorna utformas och avtappas beror på vad marken ska nyttjas till i "normalfall", det vill säga när de inte fungerar som fördröjningsytor för skyfall. Om ytan har en annan funktion, till exempel att hinderbanan placeras i en nedsänkt yta, kan ytan utformas med ett dränerande lager och dräneringsledning i botten, alternativt med en kupolbrunn till dagvattensystemet, för att ytan ska ha en relativt kort tömningstid efter skyfall samt säkerställa att ytan inte har vatten ståendes vid mindre regnhändelser (se Figur 14).

Om ytan däremot kan tillåtas ha vatten stående en längre period efter ett skyfall samt vid mindre regn kan man eftersträva en så naturlig lösning som möjligt; vattnet får långsamt infiltrera ner i marken. Det finns därmed inget behov av en brunn eller dräneringsledning i botten som belastar dagvattensystemet eller kräver underhåll.

Vid utformning av fördröjningsytorna behöver hänsyn också tas till markens jordarter på den specifika platsen, möjligheten att infiltrera vattnet beror av jordartens infiltrationskapacitet. Sandiga jordarter har till exempel högre infiltrationskapacitet jämfört med finkorniga material som lera och silt.



Figur 14. Övre: Exempel på fördröjningsyta med kupolbrunn i botten (foto: Sweco). Mitt: Illustration av avledning från en fördröjningsyta med kupolbrunn i botten (illustration: VA-guiden). Nedre: Illustration av fördröjningsyta utan brunn, där endast infiltration sker. Beroende på jordarten kan ytan utformas med eller utan dräneringslager, geotextil och dräneringslager (Illustration: Stockholm Vatten och Avfall. Bräddutloppet behöver inte kopplas till dagvattennätet, utan kan vara en yttlig flödesväg.

6. Slutsatser

Inom området för nya regementet i Kristinehamn finns idag få riskområden för översvämning vid skyfall; området saknar större instängda områden och tar inte emot betydandeavrinning från uppströms områden. Det finns dock riskutsatta områden nedströms som drabbas av översvämning vid skyfall i dagsläget.

Vid utbyggnad av regementet bedöms risken för att ny bebyggelse inom området tar skada vid skyfall som låg, då det finns goda möjligheter att hantera den ytliga avrinningen som genereras inom området. Utbyggnaden kommer dock leda till en ökad belastning på nedströms områden, avrinningen beräknas öka med **26 900 – 29 400 m³**, konservativt räknat. Således krävs det att vatten fördröjs inom området vid skyfall för att inte försämra situationen för nedströms områden.

Generellt bedöms förutsättningarna för skyfallshantering inom området som goda. Det finns ytor för att skapa skyfallsåtgärder i anslutning till hårdgjorda ytor, utredningsområdet tar inte emot avrinning från uppströms områden och det finns inga större instängda områden inom området.

Huvudprincipen för skyfallshanteringen innebär att avrinning från hårdgjorda ytor och byggnader styrs mot fördröjningsytor med reglerad avtappning. Delområde Öster föreslås avledas mot en yta i de nordöstra delarna, delområde Center mot en större fördröjningsyta söder om körplanen och delområde sydväst och nordväst föreslås avledas mot en yta i de sydvästra respektive nordvästra delarna.

Avrinningen behöver kunna rinna ytligt till fördröjningsytorna, varför gator och diken med fördel kan nyttjas som skyfallsleder. På gator kan exempelvis kantsten användas för att styra vattnet.

Genom att styra avrinningen till och fördröja vattnet i skyfallsytorna minskar risken att översvämningar uppstår inne på området och minskar även risken för att nedströms områden påverkas negativt av exploateringen.

Referenser

- Boverket. (2022). *Tillsynsvägledning naturolyckor*. Hämtat från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/
- Dahlström, B. (2010). *Regnintensitet - en molnfysikalisk betraktelse, rapport nr 2019-05*. Svenskt Vatten.
- Larsson, R. (2008). *Jords egenskaper*. Linköping: SGI.
- Olsson, J., Berg, P., Eronn, A., Simonsson, L., Södling, J., Wern, L., & Yang, W. (2017). *Extremregn i nuvarande och framtida klimat - Analyser av observationer och framtidsscenarioer*. SMHI.
- Sweco. (2023a). *Inplaceringsstudie A9 Kristinehamn 2023-05-26*.
- Sweco. (2023b). *Dagvattenutredning - A9 Harberget, Kristinehamn*.